

Perencanaan Kelistrikan untuk Energi Terbarukan di Kabupaten Bulungan dan Tana Tidung

Indah Purnama Sari, Yudha Prasetyawan, Imam Baihaqi

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: yudhaprase@ie.its.ac.id

Abstrak— Permintaan energi listrik menunjukkan peningkatan permintaan setiap tahunnya, namun penyediaan energi listrik yang ada tidak mampu mencukupi permintaan yang semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan proyeksi kebutuhan beban listrik mendatang dan mengidentifikasi potensi sumber energi terbarukan di daerah setempat. Proyeksi kebutuhan beban listrik dilakukan dengan pendekatan ekonometri dan sektoral serta diselesaikan dengan software LEAP (Long Range Energy Planning). Dalam penelitian ini dilakukan identifikasi potensi sumber energi terbarukan di daerah setempat yang meliputi energi mikrohidro dan energi surya. Dari hasil identifikasi potensi energi terbarukan tersebut maka diberikan rekomendasi berupa perencanaan lokasi dan jumlah pembangkit sesuai hasil proyeksi sebelumnya. Untuk memastikan keandalan dan keberlanjutan produksi energi listrik, maka dalam penelitian ini juga dilakukan integrasi sistem produksi dengan pendekatan proses bisnis CIMOSA (*Computer-Integrated Manufacturing for Open System Architecture*). Selanjutnya dilakukan estimasi biaya pembangunan dan analisa manfaat-biaya (*Benefit Cost Ratio*) untuk menilai kelayakan pembangkit listrik energi terbarukan tersebut. Hasil analisa menunjukkan potensi energi terbarukan yang tersedia di kedua Kabupaten ini dapat memenuhi kebutuhan listrik 11,974 rumah tangga di Kabupaten Bulungan dan 2,592 rumah tangga di Kabupaten Tana Tidung dari tahun 2015-2030. Pembangunan kedua pembangkit ini juga dinilai layak hingga tahun 2030 dengan nilai BCR lebih dari satu.

Kata Kunci— analisis manfaat biaya (BCR), energi mikrohidro, energi surya, energi terbarukan, LEAP.

I. PENDAHULUAN

Provinsi Kalimantan Utara merupakan provinsi termuda di Indonesia, yaitu provinsi ke 34 dan resmi terbentuk sejak diterbitkannya Undang-Undang No. 20 Tahun 2012. Sebagai provinsi yang baru terbentuk, saat ini Provinsi Kalimantan Utara sedang giat dalam pembangunan sarana infrastruktur maupun pembangunan sosial dan perkonomian. Kabupaten Bulungan dan Kabupaten Tana Tidung merupakan dua kabupaten yang memiliki permasalahan di energi listrik. Penyediaan listrik di kedua Kabupaten inipun masih belum terpenuhi sepenuhnya, artinya sebagian wilayah masih terpenuhi dengan pemenuhan listrik yang terbatas. Data dari Dinas Pertambangan dan Energi menyebutkan bahwa rasio elektrifikasi pada tahun 2013 di Kabupaten Tana Tidung sebesar 52%. Berbeda dengan Kabupaten Tana Tidung, Dinas

Pertambangan dan Energi Kabupaten Bulungan menyebutkan bahwa pada tahun 2013 rasio elektrifikasi Kabupaten ini lebih besar daripada Kabupaten Tana Tidung, yakni mencapai 61%. Kendala yang terjadi dalam pemenuhan kebutuhan listrik saat ini adalah peningkatan kebutuhan energi listrik tidak diimbangi oleh penyediaan energi listrik yang cukup. Ketersediaan sumberdaya energi fosil yang saat ini dimanfaatkan untuk bahan baku energi listrik sudah semakin terbatas. Cadangan minyak bumi di Indonesia diperkirakan akan habis dalam waktu kurang dari 20 tahun ke depan, sedangkan gas alam dan batubara masih bisa dimanfaatkan hingga 50 tahun ke depan [1]. Oleh karena itu dibutuhkan alternatif sumber energi lain yang dapat dimanfaatkan untuk menjamin pasokan penyediaan energi listrik hingga tahun-tahun mendatang, salah satunya adalah sumber energi terbarukan atau *renewable energy*. Upaya Pemerintah untuk mendukung pemanfaatan energi terbarukan ini adalah dengan diterbitkannya Undang-Undang No. 30 Tahun 2007. Sehingga UU ini memberikan kesempatan kepada daerah sebagai prioritas untuk mendapatkan energi dari sumber energi setempat.

Pemanfaatan sumber energi terbarukan untuk pemenuhan kebutuhan energi listrik diantaranya terdiri dari tenaga surya dan tenaga mikrohidro. Provinsi Kalimantan Utara sebagaimana wilayah lain di Indonesia memiliki letak geografis yang menguntungkan, yaitu berada di dekat garis khatulistiwa. Letak geografis ini menyebabkan energi surya berpotensi untuk dikembangkan menjadi alternatif pembangkit listrik untuk pemenuhan kebutuhan listrik di Provinsi Kalimantan Utara [2]. Rata-rata penyinaran atau radiasi matahari di Provinsi Kalimantan Utara berkisar antara 4,07 kwh/m² hingga 5,15 kwh/m². Selain energi surya, Provinsi Kalimantan Utara memiliki beberapa sungai besar yang dapat dimanfaatkan untuk energi mikrohidro. Total potensi mikrohidro di Pulau Kalimantan diprediksikan sebesar 28.8% dari total potensi mikrohidro di Indonesia sebesar 75 GW [3].

Peramalan kebutuhan dan perencanaan penyediaan tenaga listrik yang baik sangat dibutuhkan untuk mengantisipasi permasalahan penyediaan listrik seperti yang sekarang terjadi agar tidak terjadi di tahun-tahun mendatang. Peramalan dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak LEAP (*Long-range Energy Alternatives Planning System*). Selanjutnya dalam penelitian ini akan dilakukan identifikasi potensi sumber

energi terbarukan di daerah setempat untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah tersebut. Dari hasil identifikasi potensi energi terbarukan tersebut maka selanjutnya akan diberikan rekomendasi sebagai alternatif pemenuhan energi listrik yang bersumber dari energi terbarukan. Rekomendasi dalam penelitian ini juga meliputi integrasi sistem produksi dengan pendekatan proses bisnis CIMOSA (*Computer-Integrated Manufacturing for Open System Architecture*) untuk memastikan keandalan dan keberlanjutan produksi energi listrik. Penelitian ini juga menganalisis perencanaan penyediaan listrik dari aspek ekonomis, yaitu estimasi biaya yang dibutuhkan untuk melakukan pembangunan pembangkit listrik dan biaya yang dikeluarkan untuk membangkitkan energi listrik perkilowatt hour, serta analisis manfaat-biaya (*Benefit Cost Ratio*) untuk menilai kelayakan pembangkit listrik energi terbarukan tersebut. Dengan adanya penelitian ini dapat memberikan arahan maupun acuan dalam mengelola potensi energi terbarukan untuk menyusun rencana penyediaan kebutuhan energi di Kabupaten Bulungan dan Kabupaten Tana Tidung hingga tahun 2030.

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dilakukannya penelitian ini antara lain memprediksi kebutuhan energi masyarakat di masa mendatang berdasarkan kondisi terkini dan pola konsumsi energi, menganalisis potensi sumber energi terbarukan di Kabupaten Bulungan dan Kabupaten Tana Tidung, membangun model integrasi sistem produksi pembangkit listrik untuk produksi listrik yang berkelanjutan, dan mendapatkan kajian teknis terhadap skala produksi dan kajian ekonomis untuk perencanaan pembangkit listrik di Kabupaten Bulungan dan Kabupaten Tana Tidung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Proyeksi Penduduk dan Perekonomian

Secara matematis, perhitungan peramalan jumlah penduduk digunakan persamaan 2.1 berikut [4]:

$$P_t = P_{t-1} \times (1 + i)^t \quad (1)$$

dengan :

P_t = Jumlah penduduk tahun ke t

P_{t-1} = Jumlah penduduk tahun ke t-1

i = Pertumbuhan penduduk dalam %

t = Waktu dalam tahun

Sedangkan untuk mengetahui besarnya laju pertumbuhan ekonomi dapat dihitung dengan menggunakan nilai PDRB Atas Dasar Harga Konstan [5]. Berikut adalah rumus perhitungannya :

$$G = \frac{PDRB_t - PDRB_{t-1}}{PDRB_{t-1}} \times 100\% \quad (2)$$

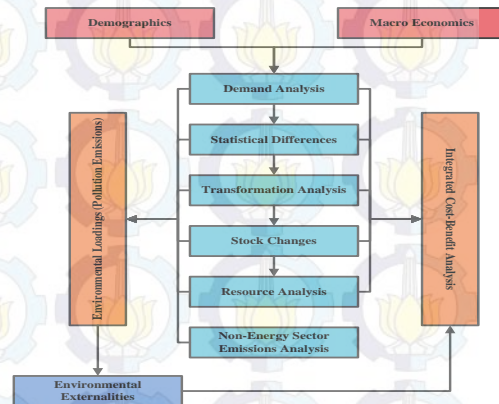
dengan :

G = Laju Pertumbuhan Ekonomi

$PDRB_t$ = PDRB Atas Harga Konstan pada suatu tahun

$PDRB_{t-1}$ = PDRB Atas Harga Konstan pada tahun sebelumnya

B. Perangkat Lunak Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP)



Gambar 1. Aliran Pengolahan Data LEAP [6]

C. Energi Surya

Perhitungan potensi daya listrik dalam sistem PLTS dengan teknologi PV diatas dapat dihitung dengan mengetahui radiasi rata-rata matahari di tempat tersebut.

$$P_s = R_s \times LDP \times \frac{P}{100} \quad (3)$$

Potensi energi radiasi dalam MW dihitung dengan asumsi bahwa dalam 1 hari energi radiasi terjadi selama 8 jam.

$$P_s = \frac{R_s \times LDP \times \frac{P}{100}}{8} \times 10^{-3} \quad (4)$$

Sehingga dalam setahun energi radiasi yang diterima oleh suatu daerah potensi bisa dihitung dengan persamaan :

$$P_s = R_s \times LDP \times \frac{P}{100} \times 365 \quad (5)$$

dengan :

P_s : Potensi energi surya (MW)

R_s : Radiasi harian rata-rata (Kw/m²)

LDP : Luas daerah potensi (m²)

P : Prosentase daerah potensi (%)

D. Energi Mikrohidro

Perhitungan potensi daya listrik dalam sistem PLTMH diatas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$P_{hydro} = Q \times \rho \times g \times H_n \quad (6)$$

dengan :

P_{hydro} : daya hidrolik dalam wat (W),

Q : debit dalam m³/detik

ρ : kekentalan air (1000 kg/m³)

g : percepatan gravitasi (9.81 m/m²)

E. Analisis Manfaat Biaya (Benefit Cost Ratio)

B/C Ratio biasanya dilakukan dengan melihat rasio antara manfaat dari suatu proyek yang bisa dinikmati oleh masyarakat

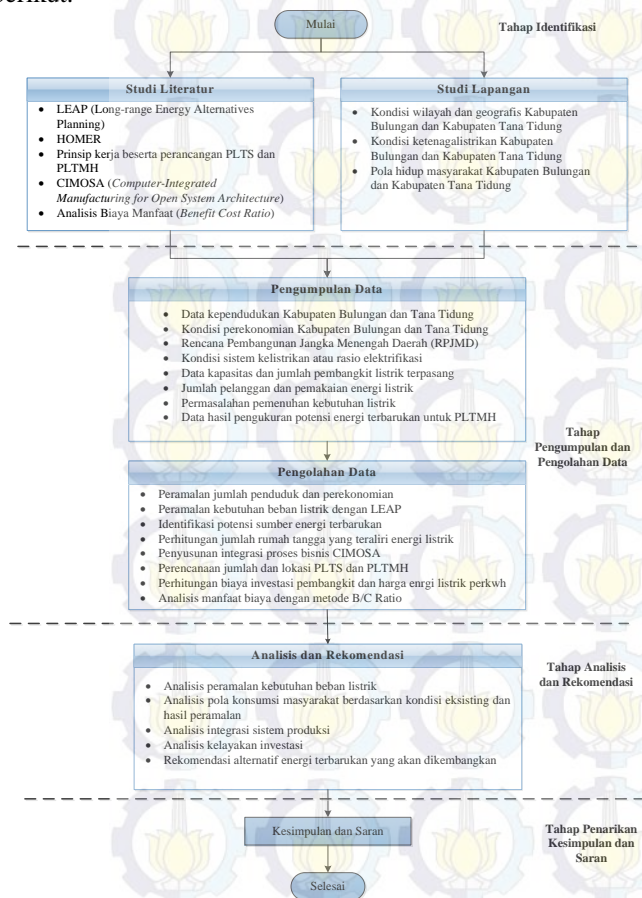
umum terhadap ongkos-ongkos yang dikeluarkan oleh pemerintah Secara matematis hal ini diformulasikan sebagai berikut :

$$B/C = \frac{\text{Manfaat untuk umum}}{\text{Ongkos yang dikeluarkan pemerintah}} \quad (7)$$

Suatu proyek dikatakan layak atau bisa dilaksanakan apabila rasio antara manfaat terhadap biaya yang dibutuhkan nilainya lebih besar dari satu [7]. Jika rasio manfaat terhadap biaya yang dibutuhkan kurang dari satu maka proyek dapat dinyatakan tidak layak. Jika nilai rasio manfaat terhadap biaya yang dibutuhkan sama dengan satu, maka kelayakan proyek bersifat netral.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 3 berikut.



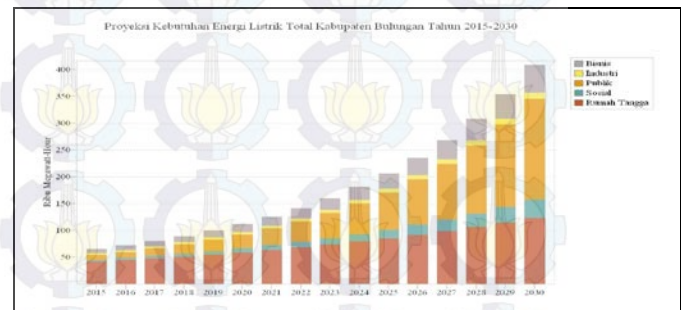
Gambar 3. Alur Pengerjaan Penelitian

Alur pengerjaan pada penelitian ini dimulai dari identifikasi permasalahan, perumusan tujuan penelitian, studi literatur dan studi lapangan. Kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan dan pengolahan data, serta analisis dan rekomendasi terhadap alternatif energi terbarukan yang akan dikembangkan.

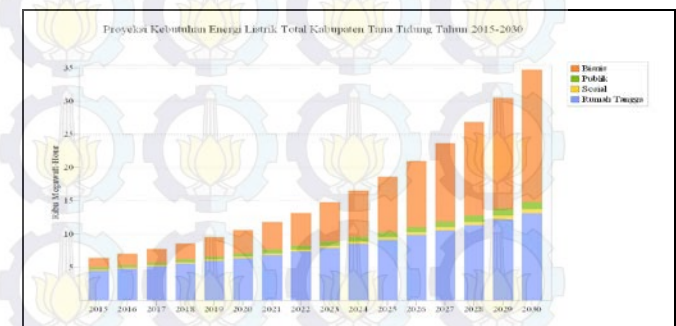
IV. PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

A. Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik

Berdasarkan data historis intensitas pemakaian energi listrik di kedua Kabupaten dan laju pertumbuhan pelanggan untuk masing-masing sektor didapatkan proyeksi kebutuhan beban dasar listrik hingga tahun 2030 adalah sebagai berikut.



Gambar 4. Proyeksi Kebutuhan Listrik Kabupaten Bulungan



Gambar 5. Proyeksi Kebutuhan Listrik Kabupaten Tana Tidung

Peningkatan di Kabupaten Bulungan mencapai lima kali lipat dari proyeksi di tahun 2015. Namun akan berbeda signifikan jika peningkatan ini dilihat dari tahun ke tahun dengan sektor pelanggan rumah tangga yang lebih mendominasi dibanding sektor lainnya.

B. Potensi Energi Terbarukan

Pengolahan data selanjutnya adalah melakukan identifikasi potensi energi terbarukan di kedua Kabupaten, yaitu energi mikrohidro dan energi surya. Berikut ini potensi energi mikrohidro yang tersedia di Kabupaten Bulungan.

Tabel 3. Potensi Energi Mikrohidro di Kabupaten Bulungan

Kecamatan	Nama Sungai	Tinggi Jatuh (h)	Debit (Q)	Potensi (kW)
Peso	Sungai Boom	6	0.776	31.9
Peso	Sungai Isau	21	1.27	182.9
Peso	Sungai Pelban	3.25	0.5	11
Peso	Sungai Tajo	6	0.7	28.8
Peso	Sungai Piteng	50	0.39	133
Peso Hilir	Sungai Bang	11	0.8	60
Peso Hilir	Sungai Gunung Berum	50	1	343
Sekatak	Sungai Bengara	8.8	5	301

Berdasarkan data radiasi harian matahari yang didapatkan dari *software* HOMER dengan asumsi bahwa dalam 1 hari energi radiasi terjadi selama 8 jam, maka potensi energi surya di kedua Kabupaten adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Potensi Energi Surya di Kabupaten Tana Tidung

Kecamatan	Radiasi Harian Rata-Rata (kwh/m ² /d)	Luas Daerah Potensi (m ²)	Prosentase Daerah Potensi (%)	Potensi Energi Surya (MW)	Potensi Energi Surya (MWh/Tahun)
Sesayap	4.73	1,016,920,000	1	60	175,498
Sesayap hilir	4.66	1,317,530,000	1	77	224,170
Tana Lia	4.73	426,800,000	1	25	73,735
Muruk Rian	4.83	608,620,000	1	37	107,283
Betayau	4.73	1,007,650,000	1	60	173,898
Total Potensi Energi Surya				258	754,586

Tabel 5. Potensi Energi Surya di Kabupaten Bulungan

Kecamatan	Radiasi Harian Rata-Rata (kwh/m ² /d)	Luas Daerah Potensi (m ²)	Prosentase Daerah Potensi (%)	Potensi Energi Surya (MW)	Potensi Energi Surya (MWh/Tahun)
Peso	4.80	3,142,790,000	1	189	550,674
Peso Hilir	4.74	1,639,710,000	1	97	283,641
Tj. Palas	4.70	1,755,740,000	1	103	300,988
Tj. Palas Barat	4.74	1,064,510,000	1	63	184,148
Tj. Palas Utara	4.70	806,340,000	1	47	138,231
Tj. Palas Timur	4.77	677,770,000	1	40	117,918
Tj. Selor	4.68	1,277,810,000	1	75	218,395
Tj. Palas Tengah	4.70	624,950,000	1	37	107,136
Sekatak	4.63	1,993,980,000	1	115	337,209
Bunyu	4.48	198,320,000	1	11	32,440
Total Potensi Energi Surya				778	2,270,780

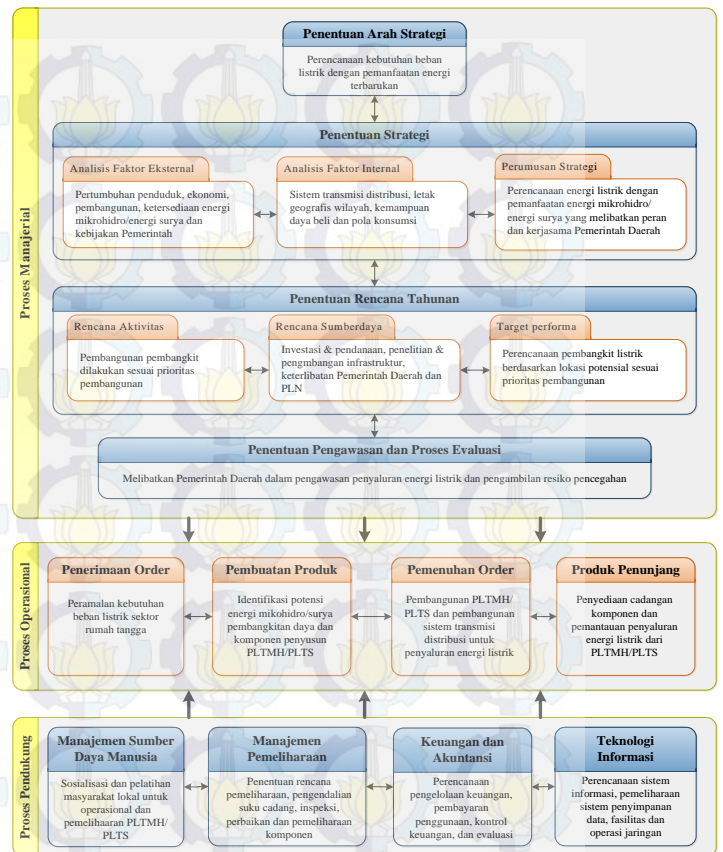
Potensi energi surya diatas tidak akan dibangkitkan seluruhnya untuk kedua Kabupaten, pembangkitan mengacu pada beberapa faktor diantaranya kebutuhan beban listrik di lokasi tersebut yaitu PLTS terpusat di Kabupaten Bulungan akan dibangkitkan kapasitas 300 kWp per lokasi dan PLTS terpusat dengan kapasitas 120 kWp per lokasi di Kabupaten Tana Tidung. Faktor kedua adalah sebaran lokasi kuota kapasitas PLTS Fotovoltaik atas keputusan Permen ESDM Nomer 17 Tahun 2013. Sedangkan faktor ketiga dalam perencanaan pembangunan PLTS adalah dana yang tersedia di setiap Kabupaten

C. Integrasi Sistem Produksi CIMOSA

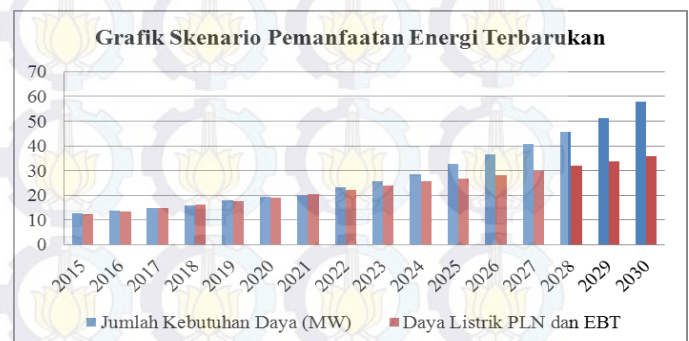
Berdasarkan proses bisnis CIMOSA pada Gambar 6 disamping maka dapat diketahui hal-hal yang dibutuhkan untuk mengintegrasikan proses manajerial, proses operasional dan proses pendukung yang menunjang perencanaan produksi listrik yang dihasilkan dari PLTMH maupun PLTS.

D. Perencanaan Energi Terbarukan di Kabupaten Bulungan dan Tana Tidung

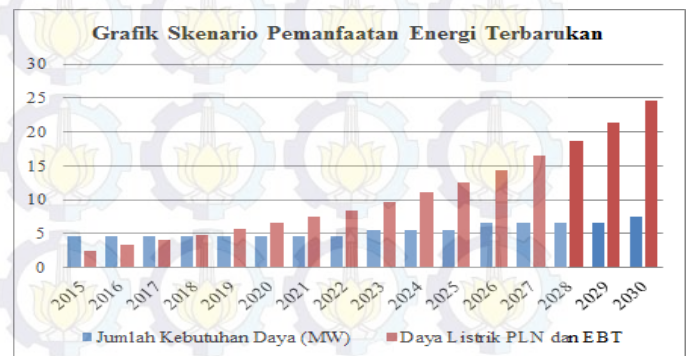
Pengembangan pembangkit oleh PT. PLN di Kabupaten Bulungan direncanakan mengalami peningkatan dengan rata-rata sebesar 5.58% per tahun. Dengan demikian dapat dilihat kekurangan daya yang ada apabila hanya mengandalkan PT. PLN serta dengan mengandalkan daya yang dipenuhi dari energi terbarukan seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Sedangkan Kabupaten Tana Tidung dengan rencana pengembangan pembangkit mengalami peningkatan dengan rata-rata sebesar 15.97% per tahun maka terjadi surplus untuk tahun kedepan seperti ditunjukkan Gambar 8.



Gambar 6. Integrasi Sistem Produksi Pembangkit Listrik



Gambar 7. Grafik Skenario Pemanfaatan Energi Terbarukan di Kabupaten Bulungan



Gambar 8. Grafik Skenario Pemanfaatan Energi Terbarukan di Kabupaten Tana Tidung

E. Biaya Investasi dan Benefit Cost Ratio

Perhitungan biaya investasi pada penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada rincian biaya pembangunan pembangkit

sejenis yang sudah diaplikasikan di Indonesia. Rekapitulasi kebutuhan biaya investasi yang dibutuhkan untuk seluruh pembangunan PLTMH di Kabupaten Bulungan adalah sebagai berikut.

Tabel 6. Biaya Pembangunan PLTMH di Kabupaten Bulungan

Tahun	Lokasi Pembangunan	Kapasitas Pembangkit (kW)	Biaya Pembangunan (Rp)
2015	Peso	173	Rp 6,251,124,914
2016	Peso Hilir	343	Rp 9,517,322,534
2022	Sekatak	301	Rp 11,341,551,813
2025	Peso	215	Rp 9,278,823,407
2026	Peso Hilir	60	Rp 3,227,559,526

Analisis manfaat biaya untuk pembangunan PLTMH dilihat dari faktor berikut.

- *Benefit* atau Manfaat Positif

Penghematan Bahan Bakar Solar	Rp 2,345,241,600/tahun
Terbukanya kesempatan kerja	Rp 132,000,000/tahun
Mengurangi emisi bahan bakar fosil	Rp 2,004,771,264/tahun

- *Disbenefit* atau Manfaat Negatif

Penurunan Kualitas Sungai	Rp 60,000,000/tahun
Penurunan Jumlah Flora dan Fauna	Rp 62,400,000/tahun

Sedangkan kebutuhan biaya investasi yang dibutuhkan untuk seluruh pembangunan PLTS di Kabupaten Bulungan adalah sebagai berikut.

Tabel 7. Biaya Pembangunan PLTS di Kabupaten Bulungan

Tahun	Lokasi Pembangunan	Jumlah Pembangunan	Biaya Pembangunan Per Lokasi (Rp)	Kebutuhan Investasi (Rp)
2017	Tg. Palas Barat	2	12,783,035,844	25,566,071,689
2018	Tg. Palas Tengah	2	13,315,436,254	26,630,872,509
2019	Bunyu	2	13,843,111,760	27,686,223,520
2020	Tg. Palas Utara	2	14,365,088,763	28,730,177,525
2021	Tanjung Selor	2	14,880,472,358	29,760,944,716
2022	Sekatak	2	15,388,449,034	30,776,898,068
2023	Tg. Palas Timur	2	15,888,284,603	31,776,569,206
2024	Tg. Palas	2	16,379,319,629	32,758,639,258
2026	Peso Hilir	1	17,407,406,192	17,407,406,192
2027	Tg. Palas Barat	2	17,945,411,090	35,890,822,181
2028	Tg. Palas Tengah	2	18,500,050,616	37,000,101,232
2029	Bunyu	2	19,071,839,099	38,143,678,198
2030	Tg. Palas Utara	2	19,661,306,762	39,322,613,524

Adapun analisis manfaat biaya untuk pembangunan PLTS dilihat dari faktor berikut.

- *Benefit* atau Manfaat Positif

Penghematan Bahan Bakar Solar	Rp 592,740,111/tahun
Terbukanya kesempatan kerja	Rp 105,600,000/tahun
Mengurangi emisi bahan bakar fosil	Rp 155,432,839/tahun

- *Disbenefit* atau Manfaat Negatif

Penurunan Kualitas Sungai	Rp 61,200,000/tahun
Penurunan Jumlah Flora dan Fauna	Rp 134,400,000/tahun

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai NPV *benefit* dan NPV *cost*. Masing-masing hasil dari NPV *benefit* dan NPV *cost* kemudian dibandingkan menjadi BCR. Pada penelitian ini suku bunga bank sebesar 10.5% mengacu pada suku bunga Bank Indonesia. Dengan besar suku bunga tersebut didapatkan nilai BCR lebih besar dari satu, artinya seluruh pembangkit layak untuk dibangun mulai dari tahun 2015-2030.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil proyeksi sektor rumah tangga didapatkan hasil peningkatan setiap tahunnya di Kabupaten Bulungan sebesar 13.06% per tahun, sedangkan Kabupaten Tana Tidung mengalami peningkatan dengan rata-rata sebesar 12.52% per tahun.
2. Kabupaten Bulungan memiliki potensi energi mikrohidro sebesar 1,091.6 kW dan potensi energi surya sebesar 778 MW. Sedangkan Kabupaten Tana Tidung memiliki potensi energi surya sebesar 258 MW. Total jumlah rumah tangga yang mendapat manfaat dari energi terbarukan ini sebesar 11,974 rumah tangga di Kabupaten Bulungan dan 2,592 rumah tangga di Kabupaten Tana Tidung dari tahun 2015-2030.
3. Integrasi sistem produksi ini dimulai dari proses manajerial, proses operasional hingga proses pendukung. Integrasi ini dimulai dari penyusunan strategi hingga manajemen sumber daya manusia, manajemen pemeliharaan, keuangan dan akuntansi, dan teknologi informasi sebagai proses pendukung.
4. Dengan adanya batasan kuota kapasitas PLTS terpusat yang boleh dibangun dalam satu wilayah sebesar 1 MW untuk Kabupaten Bulungan dan Kabupaten Tana Tidung mengakibatkan tidak dapat dipenuhinya kebutuhan sesuai hasil proyeksi. Dalam aspek ekonomis, baik PLTS maupun PLTMH sama-sama membutuhkan biaya investasi yang cukup besar. Biaya pembangkitan yang diperlukan PLTMH sebesar Rp 36,133,670 per kW dan Rp 37,147,115 per kW untuk pembangunan PLTS. Pembangunan kedua pembangkit ini juga layak hingga tahun 2030. Hal itu dibuktikan dengan nilai BCR yang dihasilkan lebih besar dari satu.

Adapun saran yang dapat diberikan mengenai pemanfaatan energi terbarukan di Kabupaten Bulungan dan Kabupaten Tana Tidung adalah sebagai berikut :

1. Perlunya eksplorasi atau penelitian lebih lanjut terhadap energi terbarukan di Kabupaten Bulungan dan Kabupaten Tana Tidung, diantaranya energi biomassa, energi angin, atau energi gelombang laut agar dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik serta mencapai rasio elektrifikasi sebesar target Pemerintah Daerah setempat.
2. Kebijakan akan batasan kuota kapasitas yang ditetapkan Pemerintah perlu dikaji kembali, hal ini terkait dengan permintaan energi listrik yang semakin meningkat namun penyediaan energi listrik yang tidak mencukupi. Kebijakan tersebut juga akan membatasi investor yang berniat melakukan pembangunan di kedua Kabupaten dengan kapasitas yang mampu dibangkitkan lebih banyak dan mampu memenuhi kebutuhan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- 
- [1] Hoetman, A. R. (2010). Pengkajian Pengembangan dan Pemanfaatan Teknologi Energi Baru dan Terbarukan. Jakarta: Kementrian Riset dan Teknologi Republik Indonesia.
- [2] Hasan, H. (2012). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Saugi. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan, 169-180.
- [3] Tasri, A., & Susilawati, A. (2014). Selection Among Renewable Energy Alternatives Based on a Fuzzy Analytic Hierarchy Process in Indonesia. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 34-44.
- [4] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2013). Proyeksi Penduduk Indonesia Tahun 2010-2035. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [5] Sukirno, S. (2000). Makroekonomi Modern: Perkembangan Pemikiran Dari Klasik Hingga Keynesian Baru. Jakarta: Raja Grafindo Pustaka.
- [6] Khan, S. I., Islam, A., & Khan, A. H. (2011). Energy Forecasting of Bangladesh in gas Sector Using LEAP Software. Global Journal of Researches in Engineering, 15-20.
- [7] Pujawan, I. N. (2002). Ekonomi Teknik. Surabaya: Guna Widya.
- [8] Sukirno, S. (2000). Makroekonomi Modern: Perkembangan Pemikiran Dari Klasik Hingga Keynesian Baru. Jakarta: Raja Grafindo Pustaka.
- [9] Sitompul, R. (2011). Manual Pelatihan : Teknologi Energi Terbarukan yang Tepat untuk Aplikasi di Masyarakat Pedesaan. Jakarta: PNPM Mandiri.
- [10] T. PLN (PERSERO). (2014). Sistem Kelistrikan PLN Wilayah Kaltimra. Tanjung Selor: PT. PLN (PERSERO) Wilayah Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara.
- [11] PT. PLN. (2013). Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) 2013-2022. Jakarta: PT. PLN (Persero).
- [12] PT. PLN Rayon Tanjung Selor. (2014). Kondisi Kelistrikan Kabupaten Bulungan. Bulungan, Kalimantan Utara.
- [13] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2013). Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2013. Jakarta: Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.